

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Kazuhisa HOSAKA, et al.

GAU:

SERIAL NO: New Application

EXAMINER:

FILED: Herewith

FOR: IMAGE ENCODING APPARATUS AND METHOD, PROGRAM AND RECORDING MEDIUM

REQUEST FOR PRIORITY

COMMISSIONER FOR PATENTS
ALEXANDRIA, VIRGINIA 22313

SIR:

☐ Full benefit of the filing date of U.S. Application Serial Number , filed , is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §120.

☐ Full benefit of the filing date(s) of U.S. Provisional Application(s) is claimed pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119(e): Application No. Date Filed

☒ Applicants claim any right to priority from any earlier filed applications to which they may be entitled pursuant to the provisions of 35 U.S.C. §119, as noted below.

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicants claim as priority:

COUNTRY

APPLICATION NUMBER

MONTH/DAY/YEAR

Japan

2002-350185

December 2, 2002

Certified copies of the corresponding Convention Application(s)

☒ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

☐ were filed in prior application Serial No. filed

☐ were submitted to the International Bureau in PCT Application Number

Receipt of the certified copies by the International Bureau in a timely manner under PCT Rule 17.1(a) has been acknowledged as evidenced by the attached PCT/IB/304.

☐ (A) Application Serial No.(s) were filed in prior application Serial No. filed ; and

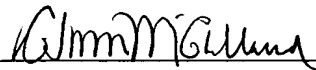
☐ (B) Application Serial No.(s)

☐ are submitted herewith

☐ will be submitted prior to payment of the Final Fee

Respectfully Submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Bradley D. Lytle

Registration No. 40,073
C. Irvin McClelland

Registration Number 21,124

Customer Number

22850

Tel. (703) 413-3000
Fax. (703) 413-2220
(OSMMN 05/03)

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 日
Date of Application:

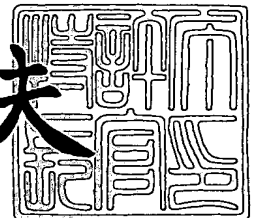
出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 5 0 1 8 5
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 3 5 0 1 8 5]

出 願 人 ソニー株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 0290736308

【提出日】 平成14年12月 2日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H03M 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 保坂 和寿

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号 ソニー株式会社
 内

 【氏名】 福原 隆浩

【特許出願人】

 【識別番号】 000002185

 【氏名又は名称】 ソニー株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100067736

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小池 晃

【選任した代理人】

 【識別番号】 100086335

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田村 榮一

【選任した代理人】

 【識別番号】 100096677

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 伊賀 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 019530

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707387

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像符号化装置及び方法、並びにプログラム及び記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング手段と、

上記フィルタリング手段によって生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさのコードブロックを生成するコードブロック生成手段と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成手段と、

上記ビットプレーン毎の推定符号量を求める符号量推定手段と、

上記推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象ビットプレーンを予測する符号化対象予測手段と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行うビットモデリング手段と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎に符号化パスを生成する符号化パス生成手段と、

上記符号化パス生成手段によって生成された符号化パス内で算術符号化を行う算術符号化手段と、

上記算術符号化手段によって生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する符号化コードストリーム生成手段と

を備えることを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 2】 上記符号量推定手段は、そのビットプレーンにおける値が非 0 であり、それより上位のビットプレーンにおける値が 0 である係数の数を上記ビットプレーン毎に計数して第 1 の計数値を求め、該第 1 の計数値に基づいて上記推定符号量を求めることを特徴とする請求項 1 記載の画像符号化装置。

【請求項 3】 上記符号量推定手段は、それより上位の少なくとも 1 つのビットプレーンにおける値が非 0 である係数の数を上記ビットプレーン毎に計数して

第2の計数値を求め、上記第1の計数値に第1の定数を乗算した値と、上記第2の計数値に第2の定数を乗算した値とを加算して、上記推定符号量を求めることを特徴とする請求項2記載の画像符号化装置。

【請求項4】 上記符号量推定手段は、上記第2の計数値を上記コードブロックの全係数の数で正規化して用いることを特徴とする請求項3記載の画像符号化装置。

【請求項5】 上記符号量推定手段は、そのビットプレーン又はそれより上位の少なくとも1つのビットプレーンにおける係数値が非0である係数の数を上記ビットプレーン毎に計数し、その数に基づいて上記推定符号量を求めることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項6】 上記符号化対象予測手段は、上記入力画像の全てのコードブロックで最もビット位置の高いビットプレーンから上記最下位ビットのビットプレーンの順に上記推定符号量を加算し、所定の目標符号量を超えた場合に加算を停止して、それまでに加算されたビットプレーンを上記符号化対象ビットプレーンとすることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項7】 上記符号化対象予測手段は、同じビット位置のビットプレーンについては、最高域のサブバンドから最低域のサブバンドの順に上記推定符号量を加算することを特徴とする請求項6記載の画像符号化装置。

【請求項8】 上記符号化対象予測手段は、同じビット位置のビットプレーンについては、輝度情報のコンポーネントから色差情報のコンポーネントの順に上記推定符号量を加算することを特徴とする請求項6記載の画像符号化装置。

【請求項9】 上記符号化対象予測手段は、各ビットプレーンの符号により削減される削減歪み量を算出し、上記推定符号量当たりの上記削減歪み量が多いビットプレーンから小さいビットプレーンの順に上記推定符号量を加算し、所定の目標符号量を超えた場合に加算を停止して、それまでに加算されたビットプレーンを上記符号化対象ビットプレーンとすることを特徴とする請求項1記載の画像符号化装置。

【請求項10】 入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成

分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング手段と、

上記フィルタリング手段によって生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさのコードブロックを生成するコードブロック生成手段と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成手段と、

符号化パス毎の推定符号量を求める符号量推定手段と、

上記符号化パス毎の推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象符号化パスを予測する符号化対象予測手段と、

上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行うビットモデリング手段と、

上記ビットプレーン毎に符号化パスを生成する符号化パス生成手段と、

上記符号化パスのうち、上記符号化対象符号化パスについて、符号化パス内で算術符号化を行う算術符号化手段と、

上記算術符号化手段によって生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する符号化コードストリーム生成手段と

を備えることを特徴とする画像符号化装置。

【請求項 11】 入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさのコードブロックを生成するコードブロック生成工程と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

上記ビットプレーン毎の推定符号量を求める符号量推定工程と、

上記推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象ビットプレーンを予測する符号化対象予測工程と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行うビットモデリング工程と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎に符号化パスを生成する符号化パス生成工程と、

上記符号化パス生成手段によって生成された符号化パス内で算術符号化を行う算術符号化工程と、

上記算術符号化工程にて生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する符号化コードストリーム生成工程と

を有することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 12】 入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさのコードブロックを生成するコードブロック生成工程と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

符号化パス毎の推定符号量を求める符号量推定工程と、

上記符号化パス毎の推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象符号化パスを予測する符号化対象予測工程と、

上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行うビットモデリング工程と、

上記ビットプレーン毎に符号化パスを生成する符号化パス生成工程と、

上記符号化パスのうち、上記符号化対象符号化パスについて、符号化パス内で算術符号化を行う算術符号化工程と、

上記算術符号化工程にて生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する符号化コードストリーム生成工程と

を有することを特徴とする画像符号化方法。

【請求項 13】 所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムにおいて

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに

対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさのコードブロックを生成するコードブロック生成工程と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

上記ビットプレーン毎の推定符号量を求める符号量推定工程と、

上記推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象ビットプレーンを予測する符号化対象予測工程と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行うビットモデリング工程と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎に符号化パスを生成する符号化パス生成工程と、

上記符号化パス生成手段によって生成された符号化パス内で算術符号化を行う算術符号化工程と、

上記算術符号化工程にて生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する符号化コードストリーム生成工程と

を有することを特徴とするプログラム。

【請求項 14】 所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムにおいて

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさのコードブロックを生成するコードブロック生成工程と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

符号化パス毎の推定符号量を求める符号量推定工程と、

上記符号化パス毎の推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象符号化パスを予測する符号化対象予測工程と、

上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行うビットモデリング工程と、
上記ビットプレーン毎に符号化パスを生成する符号化パス生成工程と、
上記符号化パスのうち、上記符号化対象符号化パスについて、符号化パス内で
算術符号化を行う算術符号化工程と、
上記算術符号化工程にて生成された算術符号を用いて符号化コードストリーム
を生成する符号化コードストリーム生成工程と
を有することを特徴とするプログラム。

【請求項 15】 所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムが記録され
たコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方
向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに
対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさの
コードブロックを生成するコードブロック生成工程と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーン
を生成するビットプレーン生成工程と、

上記ビットプレーン毎の推定符号量を求める符号量推定工程と、

上記推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象ビットプレーンを予
測する符号化対象予測工程と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎にビットモデ
リングを行うビットモデリング工程と、

上記符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎に符号化パス
を生成する符号化パス生成工程と、

上記符号化パス生成手段によって生成された符号化パス内で算術符号化を行う
算術符号化工程と、

上記算術符号化工程にて生成された算術符号を用いて符号化コードストリーム
を生成する符号化コードストリーム生成工程と

を有することを特徴とするプログラムが記録された記録媒体。

【請求項 16】 所定の処理をコンピュータに実行させるプログラムが記録さ

れたコンピュータ読み取り可能な記録媒体において、

入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施すフィルタリング工程と、

上記フィルタリング工程にて生成されたサブバンドを分割し、所定の大きさのコードブロックを生成するコードブロック生成工程と、

上記コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成するビットプレーン生成工程と、

符号化パス毎の推定符号量を求める符号量推定工程と、

上記符号化パス毎の推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象符号化パスを予測する符号化対象予測工程と、

上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行うビットモデリング工程と、

上記ビットプレーン毎に符号化パスを生成する符号化パス生成工程と、

上記符号化パスのうち、上記符号化対象符号化パスについて、符号化パス内で算術符号化を行う算術符号化工程と、

上記算術符号化工程にて生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する符号化コードストリーム生成工程と

を有することを特徴とするプログラムが記録された記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本発明は、例えば J P E G - 2 0 0 0 方式のように、ウェーブレット変換とエントロピー符号化とにより画像を圧縮する画像符号化装置及びその方法、並びに画像符号化処理をコンピュータに実行させるプログラム及びそのプログラムが記録された記録媒体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

従来の代表的な画像圧縮方式として、I S O (International Standards Organization) によって標準化された J P E G (Joint Photographic Experts Group

方式がある。これは、離散コサイン変換 (Discrete Cosine Transform; DCT) を用い、比較的高いビットが割り当てられる場合には、良好な符号化画像及び復号画像を供することが知られている。しかし、ある程度以上に符号化ビット数を少なくすると、DCT特有のブロック歪みが顕著になり、主観的に劣化が目立つようになる。

【0003】

一方、近年では画像をフィルタバンクと呼ばれるハイパス・フィルタとローパス・フィルタとを組み合わせたフィルタによって複数の帯域に分割し、各帯域毎に符号化を行う方式の研究が盛んになっている。その中でも、ウェーブレット変換符号化は、DCTのように高圧縮でブロック歪みが顕著になるという欠点がないことから、DCTに代わる新たな技術として有力視されている。

【0004】

2001年1月に国際標準化が完了したJPEG-2000方式は、このウェーブレット変換に高能率なエントロピー符号化 (ビットプレーン単位のビット・モデリングと算術符号化) を組み合わせた方式を採用しており、JPEGに比べて符号化効率の大きな改善を実現している。

【0005】

これらの国際規格ではデコーダ側の規格のみが定められており、エンコーダ側は自由に設計することができる。その反面、目標の圧縮率を実現する効果的なレート制御手法についての規格が存在しないため、ノウハウの確立が何よりも重要になる。特にJPEG方式では、このレート制御が困難であり、目標値を得るまでに複数回の符号化を施す必要も多々あった。しかしながら、これは処理時間の増大に繋がるため、JPEG-2000方式では、1度の符号化で目標の符号量を得ることが望まれている。

【0006】

そこで本件出願人は、以下の特許文献1において、一旦生成した符号化コードストリームを後尾から切り捨てることでレート制御を行う技術を提案している。この技術によれば、目標符号量に正確に合わせた制御が可能になる。

【0007】

【特許文献 1】

特開 2002-165098 号公報

【0008】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、一般に J P E G - 2 0 0 0 方式のエンコーダでは、エントロピー符号化の処理負荷が非常に高い。その一方で、目標の圧縮率又はビットレートで符号化するには、符号化した後に実際には使用されないものが存在し、これらは結果的に無駄になる。

【0009】

しかしながら、上述したレート制御はエントロピー符号化部の後段で行われるため、エントロピー符号化を行う際に最終的な符号化コードストリームに使用されるか否かをすることができず、全てを符号化する必要があった。

【0010】

本発明は、このような従来の実情に鑑みて提案されたものであり、例えば J P E G - 2 0 0 0 方式の画像符号化装置においてエントロピー符号化の処理負荷を軽減する画像符号化装置及びその方法、並びに画像符号化処理をコンピュータに実行させるプログラム及びそのプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することを目的とする。

【0011】**【課題を解決するための手段】**

上述した目的を達成するために、本発明に係る画像符号化装置及びその方法は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施し、生成されたサブバンドを分割して所定の大きさのコードブロックを生成し、コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成する。そして、上記ビットプレーン毎の推定符号量を求め、この推定符号量に基づいて符号化対象となる符号化対象ビットプレーンを予測し、この符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行ってビットプレーン毎に符号化パスを生

成し、生成された符号化パス内で算術符号化を行い、生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する。

【0012】

また、上述した目的を達成するために、本発明に係る画像符号化装置及びその方法は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施し、生成されたサブバンドを分割して所定の大きさのコードブロックを生成し、コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成する。また、符号化パス毎の推定符号量を求め、この推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象符号化パスを予測する。そして、上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行ってビットプレーン毎に符号化パスを生成し、この符号化パスのうち上記符号化対象符号化パスについて符号化パス内で算術符号化を行い、生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する。

【0013】

このような画像符号化装置及びその方法では、算術符号化を行う前にビットプレーン又は符号化パス毎の推定符号量を求め、この推定符号量に基づいて符号化対象ビットプレーン又は符号化対象符号化パスを予測し、この符号化対象ビットプレーン又は符号化対象符号化パスのみを算術符号化する。

【0014】

また、本発明に係るプログラムは、上述した画像符号化処理をコンピュータに実行させるものであり、本発明に係る記録媒体は、そのようなプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能なものである。

【0015】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を適用した具体的な実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。この実施の形態は、本発明を、J P E G - 2 0 0 0 方式により入力画像を圧縮符号化する画像符号化装置及びその方法に適用したものである。以下では、先ず、画像符号化装置の全体構成及びその動作について説明し、次いで

、この画像符号化装置において本発明が適用された要部を説明する。

【0016】

(1) 画像符号化装置の構成及び動作

本実施の形態における画像符号化装置の概略構成を図1に示す。図1に示すように、画像符号化装置1は、ウェーブレット変換部10と、量子化部11と、コードブロック化部12と、ビットプレーン分解部13と、符号化対象予測部14と、エントロピー符号化部15と、レート制御部18と、符号化コードストリーム生成部19とから構成されている。ここで、エントロピー符号化部15は、ビットモデリング部16と算術符号化部17とからなる。

【0017】

ウェーブレット変換部10は、通常、低域フィルタと高域フィルタとから構成されるフィルタバンクによって実現される。なお、デジタルフィルタは、通常複数タップ長のインパルス応答（フィルタ係数）を持っているため、フィルタリングが行えるだけの入力画像を予めバッファリングしておく必要があるが、簡単のため、図1では図示を省略する。

【0018】

ウェーブレット変換部10は、フィルタリングに必要な最低限の画像信号D10を入力し、この画像信号D10に対してウェーブレット変換を行うフィルタリング処理を行ってサブバンドに分割し、サブバンド毎のウェーブレット変換係数D11を生成する。

【0019】

このウェーブレット変換では、通常図2に示すように最低周波数域のサブバンドが再帰的に変換されるが、これは画像のエネルギーの多くが低域成分に集中しているためである。ここで、図2におけるウェーブレット変換のレベル数は3であり、この結果計10個のサブバンドが形成されている。なお、図2においてL、Hはそれぞれ低域、高域を表し、L、Hの前の数字は分割レベルを表す。すなわち、例えば1LHは、水平方向が低域で垂直方向が高域である分割レベル＝1のサブバンドを表す。

【0020】

量子化部 11 は、ウェーブレット変換部 10 から供給されたサブバンド毎のウェーブレット変換係数 D_{11} を量子化することにより非可逆圧縮を施し、量子化係数 D_{12} を生成する。量子化手段としては、ウェーブレット変換係数 D_{11} を量子化ステップサイズで除算するスカラ量子化を用いることができる。

【0021】

コードブロック化部 12 は、量子化部 11 で生成された量子化係数 D_{12} を、エントロピー符号化の処理単位である所定の大きさのコードブロックに分割する。ここで、サブバンド中のコードブロックの位置関係を図 3 に示す。通常、例えば 64×64 、 32×32 、 128×32 程度のサイズのコードブロックが、分割後の全てのサブバンド中に生成される。したがって、図 2 において最も分割レベルが小さい 3 HH のサブバンドの大きさが 640×320 であった場合には、 64×64 のコードブロックは、水平方向に 10 個、垂直方向に 5 個、合計 50 個存在することになる。コードブロック化部 12 は、コードブロック毎の量子化係数 D_{13} をビットプレーン分解部 13 に供給し、後段の符号化処理は、これらのコードブロック毎に行われる。

【0022】

ビットプレーン分解部 13 は、コードブロック毎の量子化係数 D_{13} をビットプレーンに分解する。このビットプレーンの概念について図 4 を用いて説明する。図 4 (A) は、縦 4 個、横 4 個の計 16 個の係数からなる量子化係数を仮定したものである。この 16 個の係数のうち絶対値が最大のものは 13 であり、2 進数表現では 1101 となる。したがって、係数の絶対値のビットプレーンは、図 4 (B) に示すような 4 つのビットプレーンから構成される。なお、各ビットプレーンの要素は、全て 0 又は 1 の数をとる。一方、量子化係数の符号は、-6 が唯一負の値であり、それ以外は 0 又は正の値である。したがって、符号のビットプレーンは、図 4 (C) に示すようになる。ビットプレーン分解部 13 は、このビットプレーンに分解された量子化係数 D_{14} を符号化対象予測部 14 とエントロピー符号化部 15 のビットモデリング部 16 とに供給する。

【0023】

符号化対象予測部 14 は、ビットプレーン分解部 13 においてビットプレーン

に分解された量子化係数D14に基づいて、最終的に符号化されるビットプレーンをエントロピー符号化部15で符号化する前に事前予測し、符号化対象情報D15としてエントロピー符号化部15のビットモデリング部16に供給する。なお、この符号化対象予測部14における予測処理の詳細については後述する。

【0024】

ビットモデリング部16は、ビットプレーン分解部13から供給されたビットプレーン毎の量子化係数D14のうち、符号化対象予測部14から供給された符号化対象情報D15で示されるビットプレーンの量子化係数D14に対して、以下のようにして係数ビットモデリングを行い、符号化シンボル及びコンテキストD16を算術符号化部17に供給する。そして、算術符号化部17は、このコンテキストに基づいて符号化シンボルに対して算術符号化を施し、得られた算術符号D17をレート制御部18に供給する。ここで、本実施の形態では、特にJPEG-2000規格で定められたEBCOTと呼ばれるエントロピー符号化を例に取りながら説明する。このEBCOTについては、例えば、文献「ISO/IEC 15444-1, Information technology-JPEG 2000, Part 1:Core coding system」等に詳細に記載されている。なお、上述したように、ビットモデリング部16と算術符号化部17とにより、エントロピー符号化部15が構成される。

【0025】

EBCOTは、所定の大きさのブロック毎にそのブロック内の係数ビットの統計量を測定しながら符号化する手段であり、コードブロック単位に量子化係数をエントロピー符号化する。コードブロックは、最上位ビット (Most Significant Bit; MSB) から最下位ビット (Least Significant Bit; LSB) 方向にビットプレーン毎に独立して符号化される。また、コードブロックの縦横のサイズは、4から256までの2の冪乗で、通常は 32×32 、 64×64 、 128×32 等の大きさが使用される。量子化係数は、 n ビットの符号付き2進数で表されており、 $bit0$ から $bit(n-2)$ がLSBからMSBまでのそれぞれのビットを表す。なお、残りの1ビットは符号である。コードブロックの符号化は、MSB側のビットプレーンから順番に、以下の(a)~(c)に示す3種類の符号化パスによって行われる。

【 0 0 2 6 】

(a) Significance Propagation Pass

(b) Magnitude Refinement Pass

(c) Clean Up Pass

3つの符号化パスの用いられる順序を図5に示す。図5に示すように、先ずビットプレーン ($n-2$) (MSB) がClean Up Pass (以下、適宜CUパスという。) によって符号化される。続いて、順次LSB側に向かい、各ビットプレーンが、Significance Propagation Pass (以下、適宜SPパスという。)、Magnitude Refinement Pass (以下、適宜MRパスという。)、Clean Up Pass の順序で用いられて符号化される。

【 0 0 2 7 】

但し、実際にはMSB側から何番目のビットプレーンで初めて1が出てくるかをヘッダに書き、ゼロ係数から構成されるビットプレーン (ゼロビットプレーン) は符号化しない。この順序で3種類の符号化パスを繰返し用いて符号化し、任意のビットプレーンの任意の符号化パスまでで符号化を打ち切ることにより、符号量と画質のトレードオフを取る、すなわちレート制御を行うことができる。

【 0 0 2 8 】

ここで、係数ビットの走査 (スキャンニング) について図6を用いて説明する。コードブロックは、高さ4個の係数ビット毎にストライプ (stripe) に分けられる。ストライプの幅は、コードブロックの幅に等しい。スキャン順とは1個のコードブロック内の全ての係数ビットを辿る順番であり、コードブロック中では上のストライプから下のストライプへの順序、各ストライプ中では左の列から右の列への順序、各列中では上から下への順序でスキャンニングされる。なお、各符号化パスにおいてコードブロック中の全ての係数ビットがこのスキャン順で処理される。

【 0 0 2 9 】

以下、上述した3つの符号化パスについて説明する。なお、この3つの符号化パスについては、何れも上述した文献文献「ISO/IEC 15444-1, Information technology-JPEG 2000, Part 1:Core coding system」に記載されている。

【 0 0 3 0 】**(a) Significance Propagation Pass**

あるビットプレーンを符号化する S P パスでは、8 近傍の少なくとも 1 つの係数が有意 (significant) であるような non-significant な係数ビットが算術符号化される。その符号化した係数ビットの値が 1 である場合には、符号の正負が続けて算術符号化される。

【 0 0 3 1 】

ここで significance とは、各係数ビットに対して符号化器が持つ状態である。significance の初期値は、non-significant を表す「0」であり、その係数で 1 が符号化されたときに significant を表す「1」に変化し、以降常に「1」であり続ける。したがって、significance とは、有効桁の情報を既に符号化したか否かを示すフラグともいえる。あるビットプレーンで S P パスが発生すれば、以降のビットプレーンでは S P パスは発生しない。

【 0 0 3 2 】**(b) Magnitude Refinement Pass**

ビットプレーンを符号化する MR パスでは、ビットプレーンを符号化する S P パスで符号化していない significant な係数ビットが算術符号化される。

【 0 0 3 3 】**(c) Clean Up Pass**

ビットプレーンを符号化する C U パスでは、ビットプレーンを符号化する S P パスで符号化していない non-significant な係数ビットが算術符号化される。その符号化した係数ビットの値が 1 である場合には、符号の正負が続けて算術符号化される。

【 0 0 3 4 】

なお、以上の 3 つの符号化パスでの算術符号化では、ケースに応じて Z C (Zero Coding)、R L C (Run-Length Coding)、S C (Sign Coding)、M R (Magnitude Refinement) が使い分けられて係数のコンテキストが選択される。そして、MQ 符号化と呼ばれる算術符号によって選択されたコンテキストが符号化される。この MQ 符号化は、J B I G 2 で規定された学習型の 2 値算術符号である

。MQ符号化については、例えば、文献「ISO/IEC FDIS 14492, “Lossy/Lossless Coding of Bi-level Images”, March 2000」等に記載されている。J P E G - 2 0 0 0では、全ての符号化パスで合計19種類のコンテキストがある。

【0035】

以上のようにして、ビットモデリング部16は、ビットプレーン毎の量子化係数D14のうち、符号化対象予測部14から供給された符号化対象情報D15で示されるビットプレーンの量子化係数D14を3つの符号化パスで処理し、符号化シンボル及びコンテキストD16を生成する。そして、算術符号化部17は、このコンテキストに基づいて符号化シンボルに対して算術符号化を施し、算術符号D17を生成する。

【0036】

レート制御部18は、少なくとも一部の符号化パスの処理を行った後で、算術符号化部17から供給された算術符号D17の符号量をカウントし、目標の符号量に達した時点で、それより後の算術符号D17を切り捨てる。このように、符号量をオーバーする直前で切り捨てることにより、確実に目標の符号量に抑えることができる。レート制御部18は、この符号量制御完了後の算術符号D18を符号化コードストリーム生成部19に供給する。なお、レート制御部18におけるレート制御処理の詳細については後述する。

【0037】

符号化コードストリーム生成部19は、レート制御部18から供給された符号量制御完了後の算術符号D18に基づいて、コードブロック内での付加情報、例えばコードブロック内の符号化パスの個数や圧縮コードストリームのデータ長等をヘッダとして生成する。そして、このヘッダと符号量制御完了後の算術符号D18とを合わせてパケットを生成し、符号化コードストリームD19として出力する。この際、符号化コードストリーム生成部19は、図7に示すように同一解像度レベルから個々のパケットを生成する。なお、図7から分かるように、最低域であるパケットー1は、LL成分のみを含み、それ以外のパケットー2乃至パケットー4は、LH成分、HL成分及びHH成分を含む。

【0038】

以上のように、本実施の形態における画像符号化装置 1 は、ウェーブレット変換及びエントロピー符号化を用いて画像信号 D 1 0 を高効率に圧縮符号化し、パケット化して符号化コードストリーム D 1 9 として出力することができる。

【0039】

(2) 画像符号化装置における適用部分

(2-1) 符号化対象予測部の構成及び動作

ところで、一般に J P E G - 2 0 0 0 方式により入力画像を圧縮符号化する画像符号化装置では、E B C O T におけるエントロピー符号化の処理負荷が非常に高い。その一方で、目標の圧縮率又はビットレートで符号化する際には、E B C O T で符号化した後に実際には使用されないものが存在し、これらは結果的に無駄になる。しかしながら、各符号化パスの算術符号が必要であるか否かはエントロピー符号化部の後段にあるレート制御部で判断されるため、エントロピー符号化部では必要であるか否かに拘わらず全ての符号化パスを符号化する必要があった。

【0040】

そこで、本実施の形態における符号化対象予測部 1 4 は、最終的に使用される蓋然性の高いビットプレーンをエントロピー符号化部 1 5 の前段で事前予測し、符号化対象情報 D 1 5 として上述したビットモデリング部 1 6 に供給する。具体的には、ビットプレーン毎の量子化係数 D 1 4 に基づいて符号量推定のための特徴量を抽出し、その特徴量に基づいてビットプレーン毎に発生する符号量を推定する。そして、この推定符号量に基づいて最終的に符号化されるビットプレーンを予測する。

【0041】

この符号化対象予測部 1 4 の内部構成の一例を図 8 に示す。図 8 に示すように、符号化対象予測部 1 4 は、特徴量抽出部 3 0 と、符号量推定部 3 1 と、初期レート制御部 3 2 とから構成されている。

【0042】

特徴量抽出部 3 0 は、ビットプレーン毎の量子化係数 D 1 4 に基づいて、例えば処理対象となるビットプレーンの符号化で新規に significant となる量子化係

数の数、すなわち処理対象のビットプレーンにおける係数ビットの値が1で、それより上位のビットプレーンにおける係数ビットの値が0である量子化係数の数を、全てのコードブロックの各ビットプレーンについて求め、これを特徴量D30として符号量推定部31に供給する。

【0043】

符号量推定部31は、特徴量抽出部30から供給された特徴量D30に基づいて、後述する手法によりビットプレーン毎に発生する符号量を推定し、推定符号量D31を初期レート制御部32に供給する。

【0044】

初期レート制御部32は、符号量推定部31から供給された推定符号量D31を後述する手法により順次加算し、初期目標符号量に達した時点で加算を停止し、それまでに加算されたビットプレーンの情報を符号化対象情報D15として上述したビットモデリング部16に供給する。

【0045】

以下、符号化対象予測部14の各部における処理をさらに詳細に説明する。ここで、便宜上、各コードブロックにIDとなる番号を定義し、この番号順に処理を行うものとする。ここでは、低域のサブバンドから高域のサブバンドの順に、同じサブバンド内ではラスタスキャン順に番号を定義する。

【0046】

なお、同じ分割レベルにおけるHLとLHとについては、図9（A）に示すようにHLを優先させるようにしてもよく、図9（B）に示すようにLHを優先させるようにしてもよい。

【0047】

また、カラー画像などでコンポーネントが複数ある場合にも、同様にして全てのコードブロックにIDとなる番号を定義する。この際、コンポーネントが輝度と色差とからなる場合には、輝度のコンポーネントを優先させて番号を定義する。

【0048】

また、各コードブロックについては、最上位ビット（MSB）から最下位ビット

(LSB) 方向に処理を行うものとする。ここで、量子化係数を 2 進数表現した際の桁数は、一般にサブバンド毎に異なる。そこで、以下では、全サブバンドで最大の桁数を MAX_BP としたとき、桁数が MAX_BP 未満であるコードブロックは最上位ビット (MSB) 側に 0 を埋めて桁数を MAX_BP とし、最下位ビット (LSB) 側からのビット位置を合わせるものとする。

【0049】

(2-1-1) 特徴量抽出部の動作

まず、特徴量抽出部 30 における特徴量抽出処理の一例を、図 10 のフローチャートに示す。始めにステップ S1 において、 $cb = 0$ とセットする。これは、最初に処理するコードブロックのコードブロック番号 cb が 0 であることを示す。

【0050】

次にステップ S2 において、そのコードブロックの全ての量子化係数 s について Significant[s] を「0」に初期化する。ここで、Significant[s] は、量子化係数 s が significant であれば「1」、significant でなければ「0」をとる変数である。どの量子化係数も始めは significant でないため「0」に初期化する。また、ステップ S2 では、さらに $bp = 0$ とセットする。これは、最初に処理するビットプレーンのビットプレーン番号 bp が 0 であることを示す。ここで、ビットプレーン番号 bp は、最上位ビット (MSB) 側から 0, 1, 2, ..., MAX_BP - 1 と付けてあるものとする。

【0051】

続いてステップ S3 において、CountNewSig[cb][bp] を 0 に初期化する。ここで、CountNewSig[cb][bp] は、コードブロック番号 cb 、ビットプレーン番号 bp のビットプレーンの符号化で新規に significant となる量子化係数の数を計数するカウンタである。

【0052】

ステップ S4 では、コードブロック番号 cb 、ビットプレーン番号 bp のビットプレーンにおける未処理の量子化係数 s を 1 つ選び、ステップ S5 では、Significant[s] が「0」であり、且つ量子化係数 s の bp 番目の係数ビットが 1 であ

るか否かを判別する。ここで、Significant[s]が「0」であり、且つ量子化係数 s の b p 番目の係数ビットが1である場合 (Yes) には、ステップ S 6 において Significant[s]を1に更新し、CountNewSig[cb][bp]に1を加える。一方、そうでない場合 (No) には、ステップ S 7に進む。

【0053】

ステップ S 7では、ビットプレーン番号 b p のビットプレーンにおいて未処理の量子化係数 s があるか否かを判別し、未処理の量子化係数 s がある場合 (Yes) にはステップ S 4に戻り、そうでない場合 (No) にはステップ S 8に進み、CountNewSig[cb][bp]の値を出力する。この値がコードブロック番号 c b、ビットプレーン番号 b p のビットプレーンにおける特徴量 D 3 0 であり、特徴量抽出部 3 0 から符号量推定部 3 1 に供給される。

【0054】

ステップ S 9では、コードブロック番号 c b のコードブロックにおいて未処理のビットプレーンがあるか否かを判別し、未処理のビットプレーンがある場合 (Yes) には、ステップ S 1 0 で b p に1を加えてステップ S 3に戻り、そうでない場合 (No) にはステップ S 1 1に進む。

【0055】

ステップ S 1 1では、未処理のコードブロックがあるか否かを判別し、未処理のコードブロックがある場合 (Yes) には、ステップ S 1 2 で c b に1を加えてステップ S 2に戻り、そうでない場合 (No) には特徴量抽出処理を終了する。

【0056】

本実施の形態における特徴量抽出部 3 0 は、以上のような処理を行うことで、全てのコードブロックの各ビットプレーンで新規にsignificantとなる量子化係数の数を計数し、この数を特徴量 D 3 0 として符号量推定部 3 1 に供給する。

【0057】

なお、以上の説明では、コードブロック番号 c b、ビットプレーン番号 b p のビットプレーンにおいて新規にsignificantとなる量子化係数の数、すなわちそのビットプレーンにおける係数ビットの値が1で、それより上位のビットプレーンにおける係数ビットの値が0である量子化係数の数をCountNewSig[cb][bp]と

して計数し、これを特徴量 D30 としたが、これに限定されるものではない。

【0058】

例えば、コードブロック番号 cb 、ビットプレーン番号 bp のビットプレーンにおいて significant である量子化係数の数、すなわちそのビットプレーン以上の少なくとも 1 つのビットプレーンで係数ビットの値が 1 である量子化係数の数を $\text{CountSig}[cb][bp]$ とすると、この $\text{CountSig}[cb][bp]$ は、以下の式 (1)、(2) を満たす。

【0059】

【数 1】

$$\begin{cases} \text{CountSig}[cb][0] = \text{CountNewSig}[cb][0] \\ \text{CountSig}[cb][i] = \text{CountSig}[cb][i-1] + \text{CountNewSig}[cb][i] \quad (i > 0) \end{cases} \quad \dots (1)$$

$$\begin{cases} \text{CountNewSig}[cb][0] = \text{CountSig}[cb][0] \\ \text{CountNewSig}[cb][i] = \text{CountSig}[cb][i] - \text{CountSig}[cb][i-1] \quad (i > 0) \end{cases} \quad \dots (2)$$

【0060】

すなわち、 $\text{CountSig}[cb][bp]$ と $\text{CountNewSig}[cb][bp]$ とは、何れか一方を求めれば他方を算出することができるため、上述した $\text{CountNewSig}[cb][bp]$ の代わりに $\text{CountSig}[cb][bp]$ を特徴量 D30 として用いることができる。

【0061】

(2-1-2) 符号量推定部及び初期レート制御部の動作

続いて、符号量推定部 31 及び初期レート制御部 32 における処理の一例を、図 11 のフローチャートに示す。始めにステップ S20 において、処理するビットプレーンのビットプレーン番号 bp を 0 に、符号量の総和である TotalBits を 0 に、それぞれ初期化し、ステップ S21 において、処理するコードブロックのコードブロック番号 cb を 0 に初期化する。

【0062】

次にステップ S 2 2 において、ビットプレーン番号 b_p が 0 であるか否かを判別する。ここで、ビットプレーン番号 b_p が 0 である場合 (Yes) にはステップ S 2 3 において $\text{CountMR}[cb][bp]$ を 0 とし、そうでない場合 (No) にはステップ S 2 4 において以下の式 (3) に従って $\text{CountMR}[cb][bp]$ を求める。この $\text{CountMR}[cb][bp]$ は、コードブロック番号 c_b 、ビットプレーン番号 b_p のビットプレーンにおいて、MR パスで符号化される量子化係数の数を示す。

【0063】

【数 2】

$$\begin{aligned} \text{CountMR}[cb][bp] = & \text{CountMR}[cb][bp-1] \\ & + \text{CountNewSig}[cb][bp-1] \quad \dots (3) \end{aligned}$$

【0064】

なお、 $\text{CountMR}[cb][i]$ は、 $\text{CountMR}[cb][i+1]$ を求めた以降は使われることがないため、 b_p の値ごとに異なるメモリ領域を確保する必要はなく、 $\text{CountMR}[cb][i+1]$ は $\text{CountMR}[cb][i]$ と同じメモリを共有できる。

【0065】

続いてステップ S 2 5 において、以下の式 (4) に従って、コードブロック番号 c_b 、ビットプレーン番号 b_p のビットプレーンの符号化で発生する符号量 Bits を求め、符号量の総和 TotalBits にこの符号量 Bits を加える。

【0066】

【数 3】

$$\begin{aligned} \text{Bits} = & \text{CountNewSig}[cb][bp] \times \text{RatioNewSig} \\ & + \text{CountMR}[cb][bp] \times \text{RatioMR} \quad \dots (4) \end{aligned}$$

【0067】

ここで、式 (4) の右辺第 2 項 ($\text{CountMR}[cb][bp] \times \text{RatioMR}$) は、そのビットプレーンの MR パスにおいて発生する符号量の推定値を示す。MR パスは、既に

significantである係数ビットについての符号化である。すなわち、そのビットプレーンよりも上位のビットプレーンで1が現れているため、そのビットプレーンで0と1の何れを取るかの確率に偏りは少ない。1/2の確率で起こることを符号化するのに必要なビット量なので、定数RatioMRの値は、ほぼ1となる。

【0068】

また、式(4)の右辺第1項($\text{CountNewSig}[\text{cb}][\text{bp}] \times \text{RatioNewSig}$)は、そのビットプレーンのSPパス及びCUパスにおいて発生する符号量の推定値を示す。 $\text{CountNewSig}[\text{cb}][\text{bp}]$ は、まだsignificantでない量子化係数で次に符号化するビットプレーンの係数ビットが1である量子化係数の数である。これは起こる確率が少ないため発生符号量は多くなる。そこで、右辺第2項の定数RatioMRとは異なる定数RatioNewSigを掛けて、符号量の推定値とする。

【0069】

なお、この定数RatioNewSigは、 $\text{CountMR}[\text{cb}][\text{bp}]$ の値によって最適な値が異なるものであるため、例えば $\text{CountMR}[\text{cb}][\text{bp}]$ についての関数を用いてその値を求めたり、 $\text{CountMR}[\text{cb}][\text{bp}]$ の値によって数種類の中から最適な値を選択したりしてもよい。この際、 $\text{CountMR}[\text{cb}][\text{bp}]$ の値をコードブロック内の量子化係数の総数で正規化するようにすれば、コードブロックの大きさが異なる場合であっても、最適な値を求めることができる。

【0070】

ステップS26では、符号量の総和TotalBitsが初期目標符号量以上であるか否かを判別する。ここで、符号量の総和TotalBitsが初期目標符号量以上である場合(Yes)にはステップS31に進み、その時点でのコードブロック番号cbとビットプレーン番号bpとを出力して処理を終了する。一方、符号量の総和TotalBitsが初期目標符号量未満である場合(No)にはステップS27に進む。

【0071】

ステップS27では、未処理のコードブロックがあるか否かを判別し、未処理のコードブロックがある場合(Yes)には、ステップS28でcbに1を加えてステップS22に戻り、そうでない場合(No)にはステップS29に進む。

【0072】

ステップS29では、コードブロック番号 $c b$ のコードブロックにおいて未処理のビットプレーンがあるか否かを判別し、未処理のビットプレーンがある場合(Yes)には、ステップS30で $b p$ に1を加えてステップS21に戻り、そうでない場合(No)にはステップS31に進み、その時点でのコードブロック番号 $c b$ とビットプレーン番号 $b p$ とを出力して処理を終了する。

【0073】

本実施の形態における符号量推定部31及び初期レート制御部32は、以上のような処理を行うことで、特徴量抽出部30から供給された特徴量 $D 3 0$ に基づいてビットプレーン毎の推定符号量 $D 3 1$ を求め、この推定符号量 $D 3 1$ を上述した順序で順次加算し、初期目標符号量に達した時点で加算を停止する。そして、加算を停止した時点のコードブロック番号 $c b$ とビットプレーン番号 $b p$ とを符号化対象情報 $D 1 5$ としてエントロピー符号化部15に供給する。

【0074】

後段のエントロピー符号化部15では、ビットプレーン毎の量子化係数 $D 1 4$ のうち、符号化対象情報 $D 1 5$ で示されるビットプレーンの量子化係数 $D 1 4$ を3つの符号化パスで処理する。すなわち、コードブロック番号 $c b$ が $c b$ 未満のコードブロックでは、ビットプレーン番号 $b p$ が0から $b p - 1$ までの符号化を行い、コードブロック番号 $c b$ が $c b$ 以上のコードブロックでは、ビットプレーン番号 $b p$ が0から $b p$ までの符号化を行い、残りのビットプレーンの符号化を省略する。

【0075】

このように、コードブロック毎に符号化対象情報 $D 1 5$ で示されるビットプレーンのみが実際に符号化されるため、省略したビットプレーン数分だけ処理負荷を軽減し、符号化に費やす時間を短縮することができる。

【0076】

(2-2) 符号量推定部及び初期レート制御部の動作の他の例

ここで、上述の例では、ビットプレーン単位で発生符号量を推定し、ビットプレーン単位で初期レート制御を行うものとして説明したが、これに限定されるものではなく、符号化パス単位で発生符号量を推定し、符号化パス単位で初期レ

ト制御を行うようにしても構わない。

【0077】

このように符号化パス単位で初期レート制御を行う場合の符号量推定部31及び初期レート制御部32における処理の一例を、図12のフローチャートに示す。始めにステップS40において、処理する符号化パスの符号化パス番号 c_p を0に、符号量の総和TotalBitsを0に、それぞれ初期化する。ここで、符号化パス番号 c_p は、 $b_p = 0$ のビットプレーンが0であり、 $b_p = 1$ 以降は各ビットプレーンについてSPパス、MRパス、CUパスの順に、1, 2, 3...と付けてあるものとする。

【0078】

次にステップS41において、処理するコードブロックのコードブロック番号 c_b を0に初期化すると共に、以下の式(5)に従って現在のビットプレーン番号 b_p を求める。なお、式(5)において、除算結果の小数部は切り捨てるものとする。

【0079】

【数4】

$$b_p = (c_p + 2) / 3 \quad \dots (5)$$

【0080】

続いてステップS42において、ビットプレーン番号 b_p が0であるか否かを判別する。ここで、ビットプレーン番号 b_p が0である場合(Yes)にはステップS43においてCountMR[cb][bp]を0とする。一方、ビットプレーン番号 b_p が0でなく(No)、符号化パス番号 c_p を3で除算した余りが1である場合、すなわち各ビットプレーンの最初の符号化パスである場合には、ステップS44において以下の式(6)に従ってCountMR[cb][bp]を求める。ここで、式(6)において $c_p \% 3$ は c_p を3で除算したときの余りを示す。

【0081】

【数5】

$$\begin{aligned} \text{CountMR}[cb][bp] &= \text{CountMR}[cb][bp-1] \\ &+ \text{CountNewSig}[cb][bp-1] \quad (cp \% 3 = 1) \\ &\dots (6) \end{aligned}$$

【0082】

続いてステップS45において、以下の式(7)乃至式(9)に従って、コードブロック番号cb、ビットプレーン番号bp、符号化パス番号cpの符号化パスの符号化で発生する符号量Bitsを求め、符号量の総和TotalBitsにこの符号量Bitsを加える。

【0083】

【数6】

$$\text{Bits} = \text{CountMR}[cb][bp] \times \text{RatioMR} \quad (cp \% 3 = 2) \quad \dots (7)$$

$$\begin{aligned} \text{Bits} &= \text{CountNewSig}[cb][bp] \times \text{RatioNewSig} \\ &\times \text{RatioSPFunc}(\text{CountMR}[cb][bp] / \text{CountAll}) \\ &\quad (cp \% 3 = 1) \quad \dots (8) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bits} &= \text{CountNewSig}[cb][bp] \times \text{RatioNewSig} \\ &\times (1 - \text{RatioSPFunc}(\text{CountMR}[cb][bp] / \text{CountAll})) \\ &\quad (cp \% 3 = 0) \quad \dots (9) \end{aligned}$$

【0084】

すなわち、符号化パス番号cpを3で除算した余りが2である場合、すなわち、MRパスである場合には、式(7)に示すように、CountMR[cb][bp]に定数RatioMRを乗算した値が推定される符号量Bitsとなる。

【0085】

また、SPパス及びCUパスで発生する符号量は上述の通りCountNewSig[cb][bp]×RatioNewSigである。ここで、コードブロックの量子化係数の数をCountAllとしたとき、CountMR[cb][bp]/CountAllが大きいほどSPパスで発生する符号量の割合が高くなり、CUパスで発生する符号量の割合が低くなる。これは、CountMR[cb][bp]/CountAllが大きいということはsignificantな係数ビットの数が多

いということであり、8近傍にsignificantな係数ビットが少なくとも1つあるというSPパスの符号化条件が満たされやすくなるためである。

【0086】

そこで、符号化パス番号 c_p を3で除算した余りが1である場合、すなわち、SPパスである場合には、 $\text{CountMR}[cb][bp]/\text{CountAll}$ をSPパスで発生する符号量の割合に変換する関数 $\text{RatioSPFunk}(\text{CountMR}[cb][bp]/\text{CountAll})$ を用いて、式(8)に示すように、 $\text{CountNewSig}[cb][bp] \times \text{RatioNewSig}$ に $\text{RatioSPFunk}(\text{CountMR}[cb][bp]/\text{CountAll})$ を乗算した値が推定される符号量Bitsとなる。

【0087】

一方、符号化パス番号 c_p を3で除算した余りが0である場合、すなわち、CUパスである場合には、式(9)に示すように、 $\text{CountNewSig}[cb][bp] \times \text{RatioNewSig}$ に $1 - \text{RatioSPFunk}(\text{CountMR}[cb][bp]/\text{CountAll})$ を乗算した値が推定される符号量Bitsとなる。

【0088】

ステップS46では、符号量の総和TotalBitsが初期目標符号量以上であるか否かを判別する。ここで、符号量の総和TotalBitsが初期目標符号量以上である場合(Yes)にはステップS51に進み、その時点でのコードブロック番号 c_b と符号化パス番号 c_p とを出力して処理を終了する。一方、符号量の総和TotalBitsが初期目標符号量未満である場合(No)にはステップS47に進む。

【0089】

ステップS47では、未処理のコードブロックがあるか否かを判別し、未処理のコードブロックがある場合(Yes)には、ステップS48で c_b に1を加えてステップS42に戻り、そうでない場合(No)にはステップS49に進む。

【0090】

ステップS49では、コードブロック番号 c_b のコードブロックにおいて未処理の符号化パスがあるか否かを判別し、未処理の符号化パスがある場合(Yes)には、ステップS50で c_p に1を加えてステップS41に戻り、そうでない場合(No)にはステップS51に進み、その時点でのコードブロック番号 c_b と符号化パス番号 c_p とを出力して処理を終了する。

【0091】

以上のような処理を行うことで、符号量推定部 31 及び初期レート制御部 32 は、特徴量抽出部 30 から供給された特徴量 D30 に基づいて符号化パス毎の推定符号量を求め、この推定符号量を上述した順序で順次加算し、初期目標符号量に達した時点で加算を停止する。そして、加算を停止した時点のコードブロック番号 c_b と符号化パス番号 c_p とを符号化対象情報 D15 としてエントロピー符号化部 15 に供給する。

【0092】

後段のエントロピー符号化部 15 では、ビットプレーン毎の量子化係数 D14 のうち、符号化対象情報 D15 で示されるビットプレーンの量子化係数 D14 を 3 つの符号化パスで処理する。すなわち、コードブロック番号 c_b が c_b 未満のコードブロックでは、符号化パス番号 c_p が 0 から $c_p - 1$ までの符号化を行い、コードブロック番号 c_b が c_b 以上のコードブロックでは、符号化パス番号 c_p が 0 から c_p までの符号化を行い、残りの符号化パスの符号化を省略する。

【0093】

このように、コードブロック毎に符号化対象情報 D15 で示される符号化パスのみが実際に符号化されるため、省略した符号化パス数分だけ処理負荷を軽減し、符号化に費やす時間を短縮することができる。

【0094】**(2-3) レート制御部の動作**

初期レート制御部 32 とレート制御部 18 とで同じ方式のレート制御を行い、符号量推定部 31 における発生符号量の推定が完全にできる場合には、レート制御部 18 を省略し、符号化コードストリーム生成部 19 ではエントロピー符号化部 15 で符号化された全ての符号化パスの符号を用いて符号化コードストリーム D19 を作成することが可能である。

【0095】

勿論、一般的には符号量推定部 31 における符号量の推定は完全にはできないが、目標符号量に近いサイズにレート制御を行うことができるため、このときの目標符号量に対するサイズの変動がこの画像符号化装置 1 の目的における許容範

囲内である場合にはレート制御部 18 を省略することができる。

【0096】

但し、符号量推定部 31 において、ビットプレーン毎の発生符号量を実際よりも多く推定した場合には、目標符号量に達するまでに必要な符号化パス数が実際よりも少なくなり、エントロピー符号化部 15 で符号化した符号化パスを全て符号化コードストリーム D19 に含めても目標符号量に達しない虞がある。この場合、目標符号量に達するように、さらに多くの符号化パスを含めた符号化コードストリームと比較して、復号したときの画質が劣化する。

【0097】

これを避けるために、ビットプレーン毎の発生符号量を実際よりも多く推定する可能性がある場合、或いは高画質が求められている場合には、初期目標符号量を割増ししたり、推定される発生符号量の範囲内で小さい値を推定符号量として用いたりすることができる。

【0098】

この場合には、レート制御部 18 において、図 13 のフローチャートに示すようにレート制御を行うことが好ましい。すなわち、先ずステップ S60 において、エントロピー符号化部 15 で符号化された全符号化パスの情報と各ビットプレーンの符号量とを保持する。

【0099】

次にステップ S61 において、処理するビットプレーンのビットプレーン番号 b_p を 0 に、符号量の総和 TotalBits を 0 に、それぞれ初期化し、ステップ S62 において、処理するコードブロックのコードブロック番号 c_b を 0 に初期化する。

【0100】

続いてステップ S63 において、コードブロック番号 c_b 、ビットプレーン番号 b_p のビットプレーンの符号量 Bits を符号量の総和 TotalBits に加算する。

【0101】

ステップ S64 では、符号量の総和 TotalBits が目標符号量以上であるか否かを判別する。ここで、符号量の総和 TotalBits が目標符号量以上である場合 (Yes

）には符号量の加算処理を終了する。一方、符号量の総和TotalBitsが目標符号量未満である場合（No）にはステップS 6 5に進む。

【0102】

ステップS 6 5では、未処理のコードブロックがあるか否かを判別し、未処理のコードブロックがある場合（Yes）には、ステップS 6 6でc bに1を加えてステップS 6 3に戻り、そうでない場合（No）にはステップS 6 7に進む。

【0103】

ステップS 6 7では、コードブロック番号c bのコードブロックにおいて未処理のビットプレーンがあるか否かを判別し、未処理のビットプレーンがある場合（Yes）には、ステップS 6 8でb pに1を加えてステップS 6 2に戻り、そうでない場合（No）には符号量の加算処理を終了する。

【0104】

このように、レート制御部18では、最もビット位置の高いビットプレーン番号b pが0のビットプレーンから、コードブロック番号c bの順に符号量を加算し、同じビット位置の符号量を全て加算して初めて、下位のビット位置に移り、同様にコードブロック番号c bの順に目標符号量に達するまで加算を繰り返す。このため、最終的に選択されずに切り捨てられるビットプレーン数が、1フレーム内の全てのコードブロックに対して最下位ビット（LSB）側から数えて最大でも1ビットプレーンしか相違せず、サブバンド間の画質差がなくなり、全体的に高画質な画像が得られる。

【0105】

（3）その他

本発明は上述した実施の形態のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能であることは勿論である。

【0106】

例えば、初期レート制御部32では、RD（Rate-Distortion）特性を利用した初期レート制御を行うようにしても構わない。このRD特性を利用した初期レート制御では、ビットプレーン毎に発生する推定符号量と、そのビットプレーンを含めた場合に削減される歪み量とを比較し、推定符号量あたりに削減される歪

み量が多いビットプレーンから優先して符号化する。なお、この場合、後段のレート制御部 1 8 においても、R D 特性を利用したレート制御を行うことが好ましい。

【 0 1 0 7 】

また、上述の実施の形態では、ハードウェアの構成として説明したが、これに限定されるものではなく、任意の処理を、C P U (Central Processing Unit) にコンピュータプログラムを実行させることにより実現することも可能である。この場合、コンピュータプログラムは、記録媒体に記録して提供することも可能であり、また、インターネットその他の伝送媒体を介して伝送することにより提供することも可能である。

【 0 1 0 8 】

【発明の効果】

以上詳細に説明したように本発明に係る画像符号化装置及びその方法は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施し、生成されたサブバンドを分割して所定の大きさのコードブロックを生成し、コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至るビットプレーンを生成する。そして、上記ビットプレーン毎の推定符号量を求め、この推定符号量に基づいて符号化対象となる符号化対象ビットプレーンを予測し、この符号化対象ビットプレーンについて、上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行ってビットプレーン毎に符号化パスを生成し、生成された符号化パス内で算術符号化を行い、生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する。

【 0 1 0 9 】

また、本発明に係る画像符号化装置及びその方法は、入力画像に対して、低域フィルタ及び高域フィルタにより垂直方向及び水平方向にフィルタリング処理を施してサブバンドを生成し、低域成分のサブバンドに対してはさらに階層的にフィルタリング処理を施し、生成されたサブバンドを分割して所定の大きさのコードブロックを生成し、コードブロック毎に最上位ビットから最下位ビットに至る

ビットプレーンを生成する。また、符号化パス毎の推定符号量を求め、この推定符号量に基づいて、符号化対象となる符号化対象符号化パスを予測する。そして、上記ビットプレーン毎にビットモデリングを行ってビットプレーン毎に符号化パスを生成し、この符号化パスのうち上記符号化対象符号化パスについて符号化パス内で算術符号化を行い、生成された算術符号を用いて符号化コードストリームを生成する。

【0110】

このような画像符号化装置及びその方法によれば、算術符号化を行う前にビットプレーン又は符号化パス毎の推定符号量を求め、この推定符号量に基づいて符号化対象ビットプレーン又は符号化対象符号化パスを予測し、その符号化対象ビットプレーン又は符号化対象符号化パスのみを算術符号化することで、算術符号化の処理負荷を軽減することができる。

【0111】

また、本発明に係るプログラムは、上述した画像符号化処理をコンピュータに実行させるものであり、本発明に係る記録媒体は、そのようなプログラムが記録されたコンピュータ読み取り可能なものである。

【0112】

このようなプログラム及び記録媒体によれば、上述した画像符号化処理をソフトウェアにより実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本実施の形態における画像符号化装置の概略構成を説明する図である。

【図2】

分割レベル＝3までウェーブレット変換・分割した場合のサブバンドを説明する図である。

【図3】

コードブロックとサブバンドとの関係を説明する図である。

【図4】

ビットプレーンを説明する図であり、同図（A）は、計16個の係数から成る

量子化係数を示し、同図（B）は、係数の絶対値のビットプレーンを示し、同図（C）は、符号のビットプレーンを示す。

【図 5】

コードブロック内の符号化パスの処理手順を説明する図である。

【図 6】

コードブロック内の係数のスキャン順序を説明する図である。

【図 7】

同画像符号化装置の符号化コードストリーム生成部で生成されるパケットを説明する図である。

【図 8】

同画像符号化装置の符号化対象予測部の内部構成の一例を説明する図である。

【図 9】

同画像符号化装置における各コードブロックの ID を説明する図であり、同図（A）は、LHサブバンドよりもHLサブバンドを優先させる例を示し、同図（B）は、HLサブバンドよりもLHサブバンドを優先させる例を示す。

【図 10】

同画像符号化装置の特徴量抽出部での特徴量抽出処理の一例を説明するフローチャートである。

【図 11】

同画像符号化装置の符号量推定部及び初期レート制御部での処理の一例を説明するフローチャートである。

【図 12】

同画像符号化装置の符号量推定部及び初期レート制御部での処理の他の例を説明するフローチャートである。

【図 13】

同画像符号化装置のレート制御部での処理の一例を説明するフローチャートである。

【符号の説明】

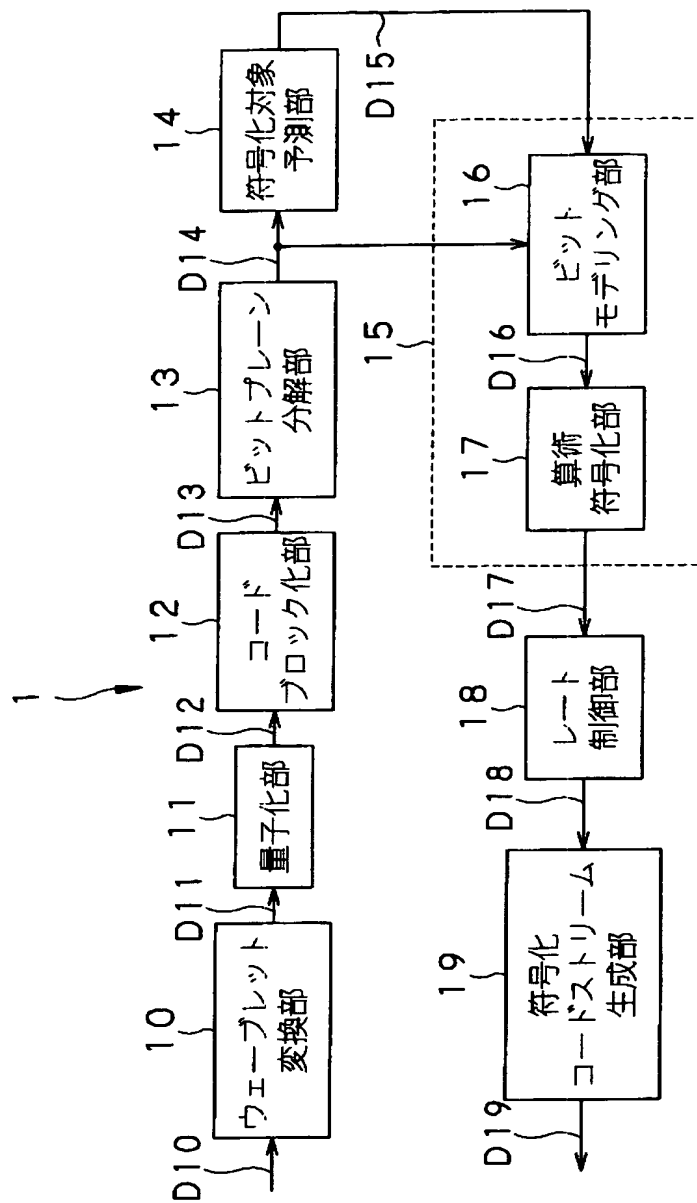
1 画像符号化装置、10 ウェーブレット変換部、11 量子化部、12

コードブロック化部、13 ビットプレーン分解部、14 符号化対象予測部、
15 エントロピー符号化部、16 ビットモデリング部、17 算術符号化部
、18 レート制御部、19 符号化コードストリーム生成部、30 特徴量抽
出部、31 符号量推定部、32 初期レート制御部

【書類名】

図面

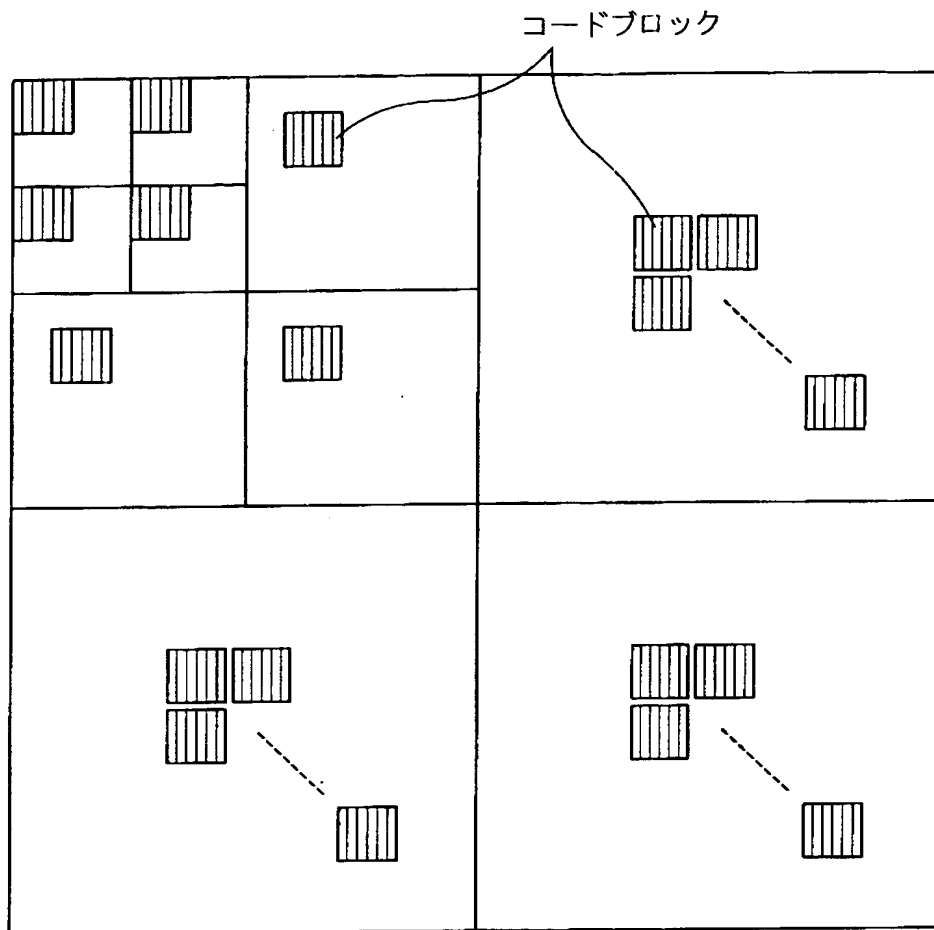
【図 1】



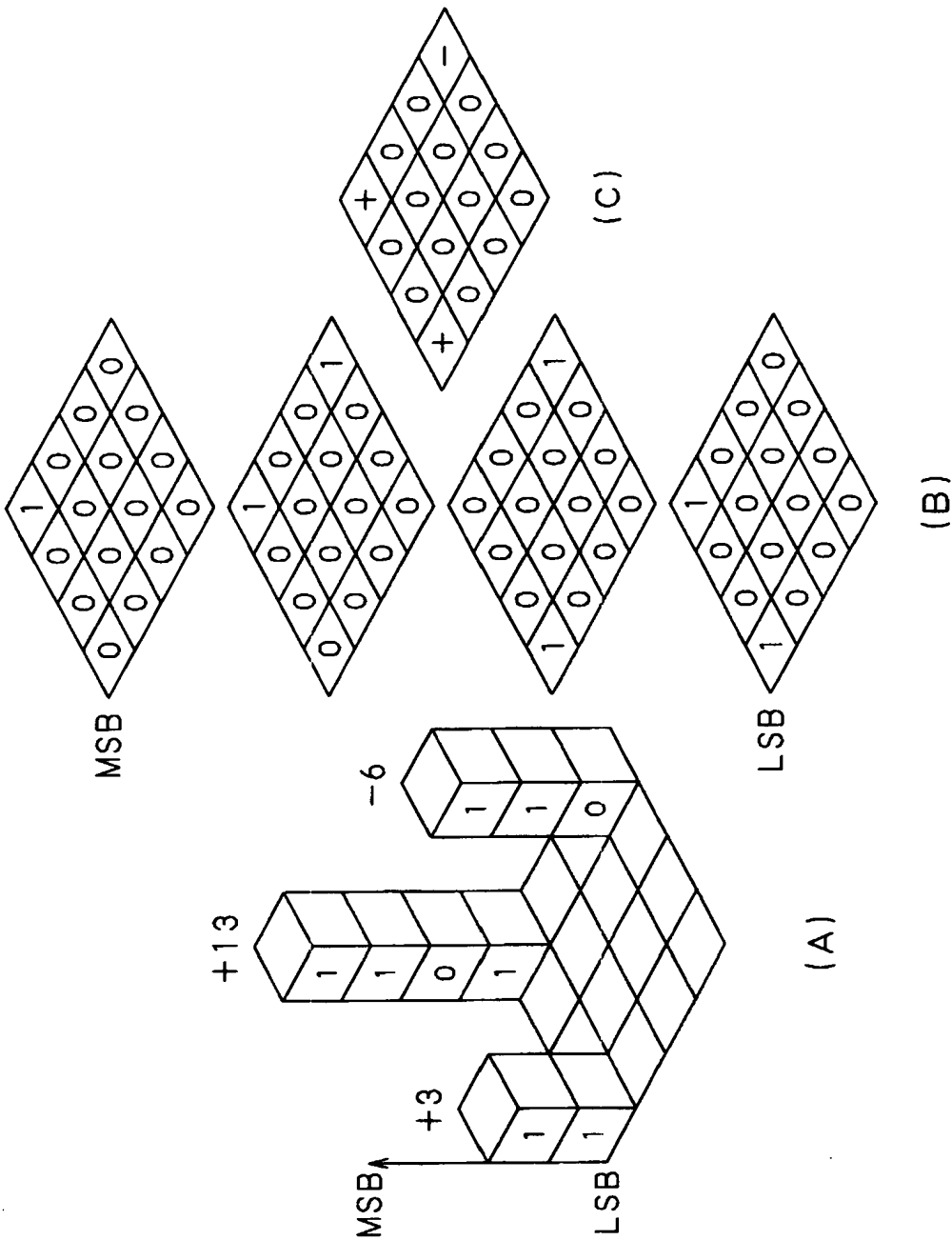
【図 2】

0LL	1HL	2HL	3HL
1LH	1HH		
2LH		2HH	
3LH			3HH

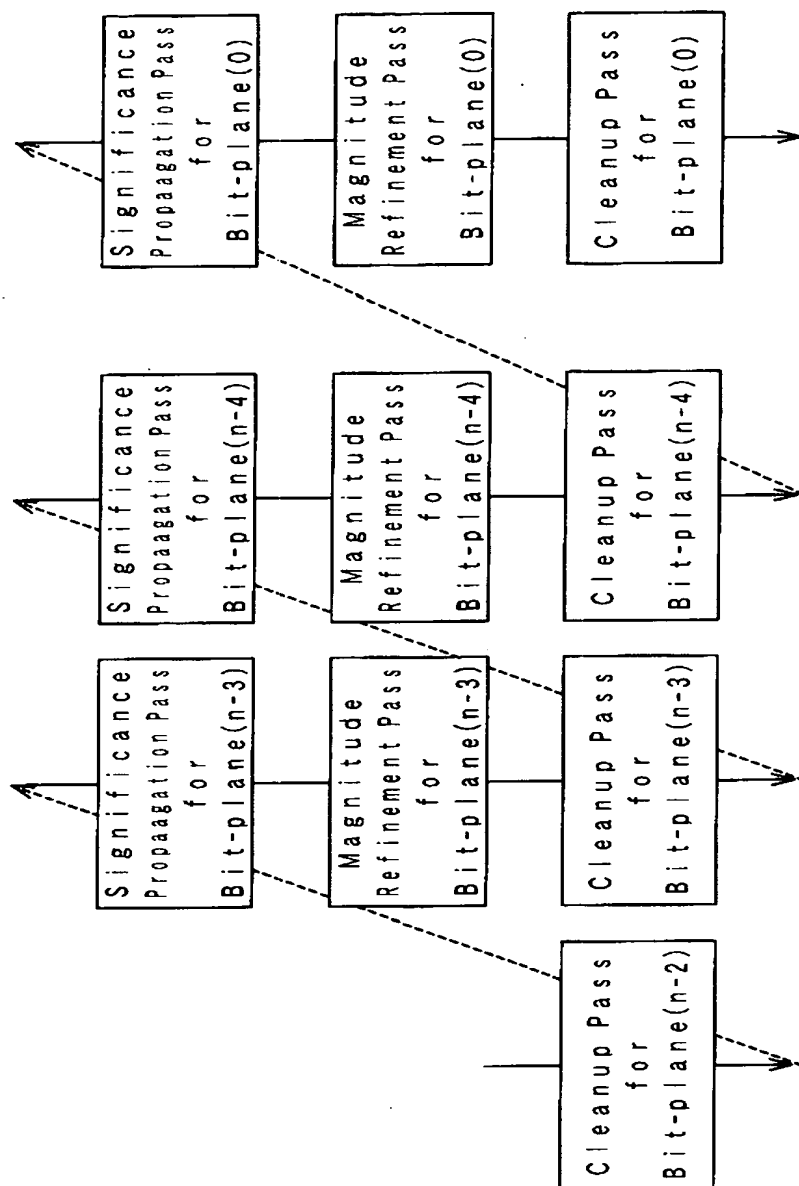
【図 3】



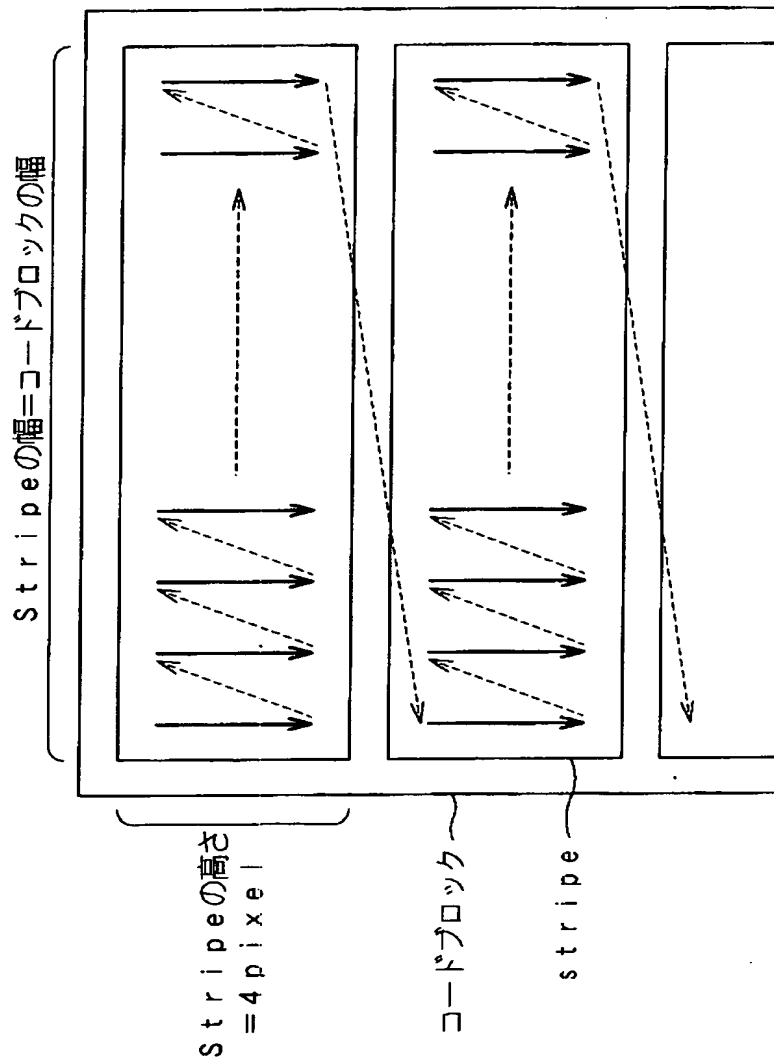
【図 4】



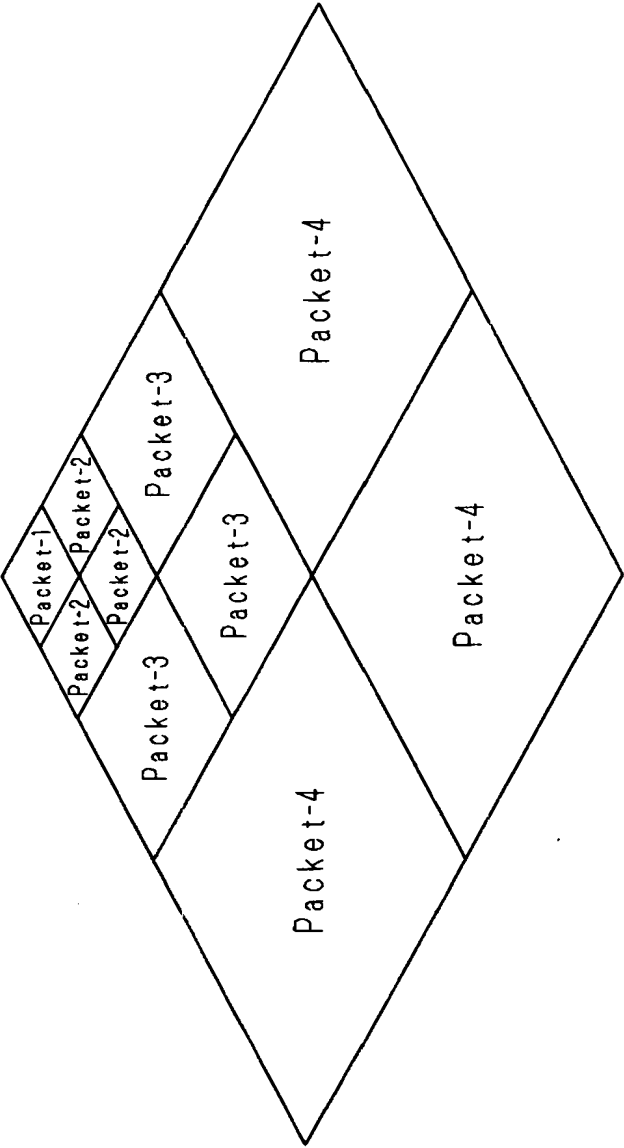
【図 5】



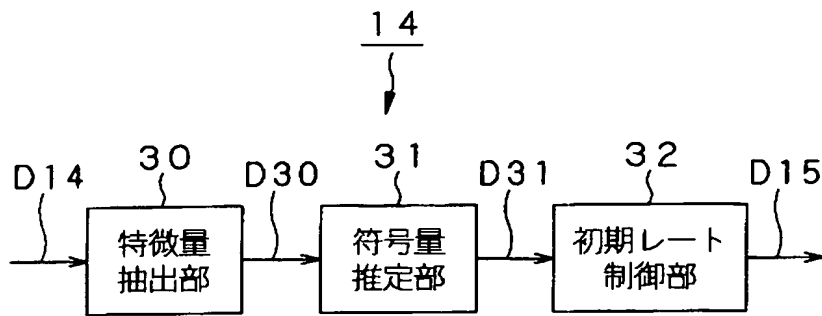
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図9】

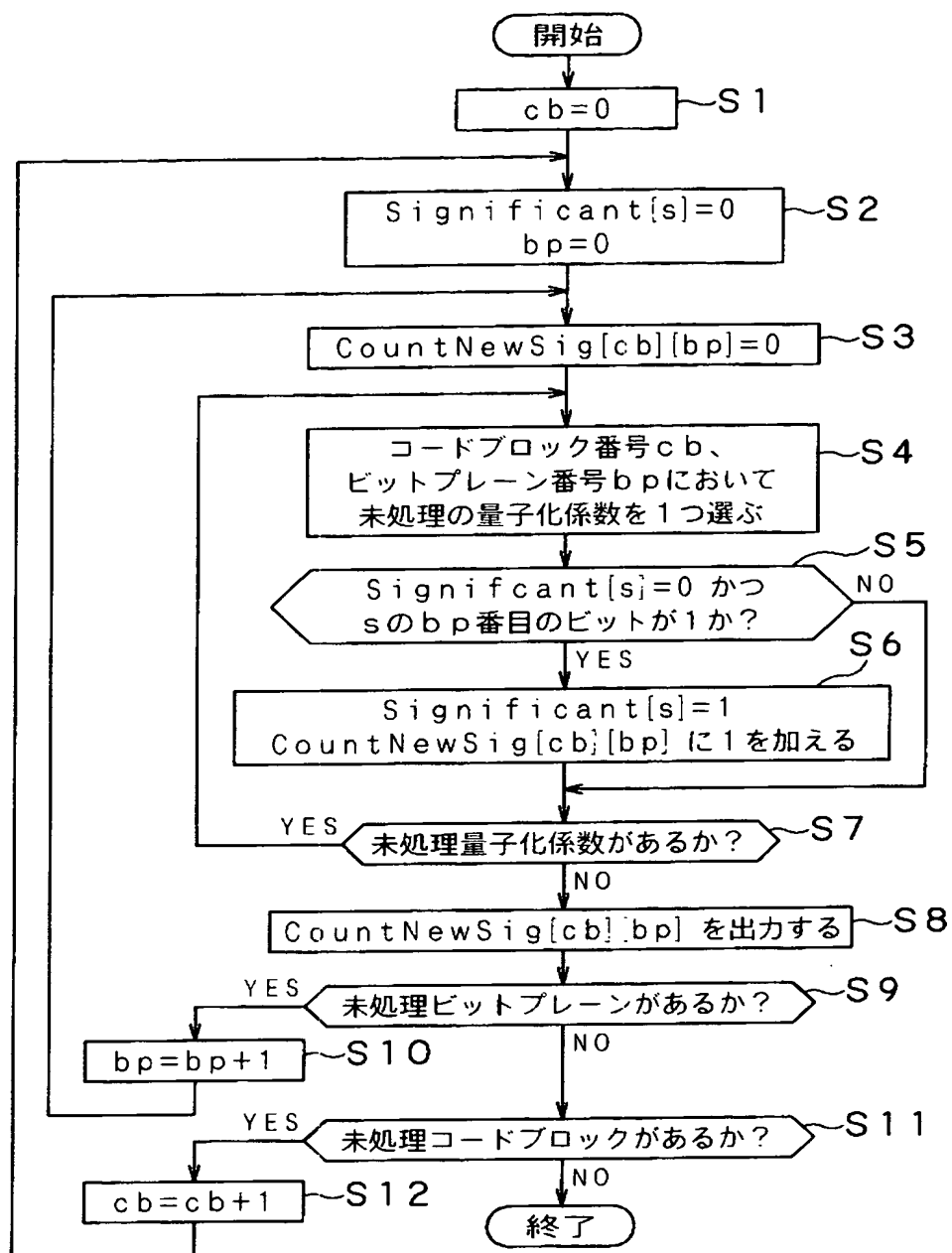
(A)

0	1	2	3	12	13	14	15	48	49	50	...	...	
4	5	6	7	16	17	18	19								
8	9	10	11	20	21	22	23								
24	25	26	27	36	37	38	39								
28	...	...		40	...	...							
			35				47								95
96	97	98	...	...	...			144	145	146	...	...	...
							143								191

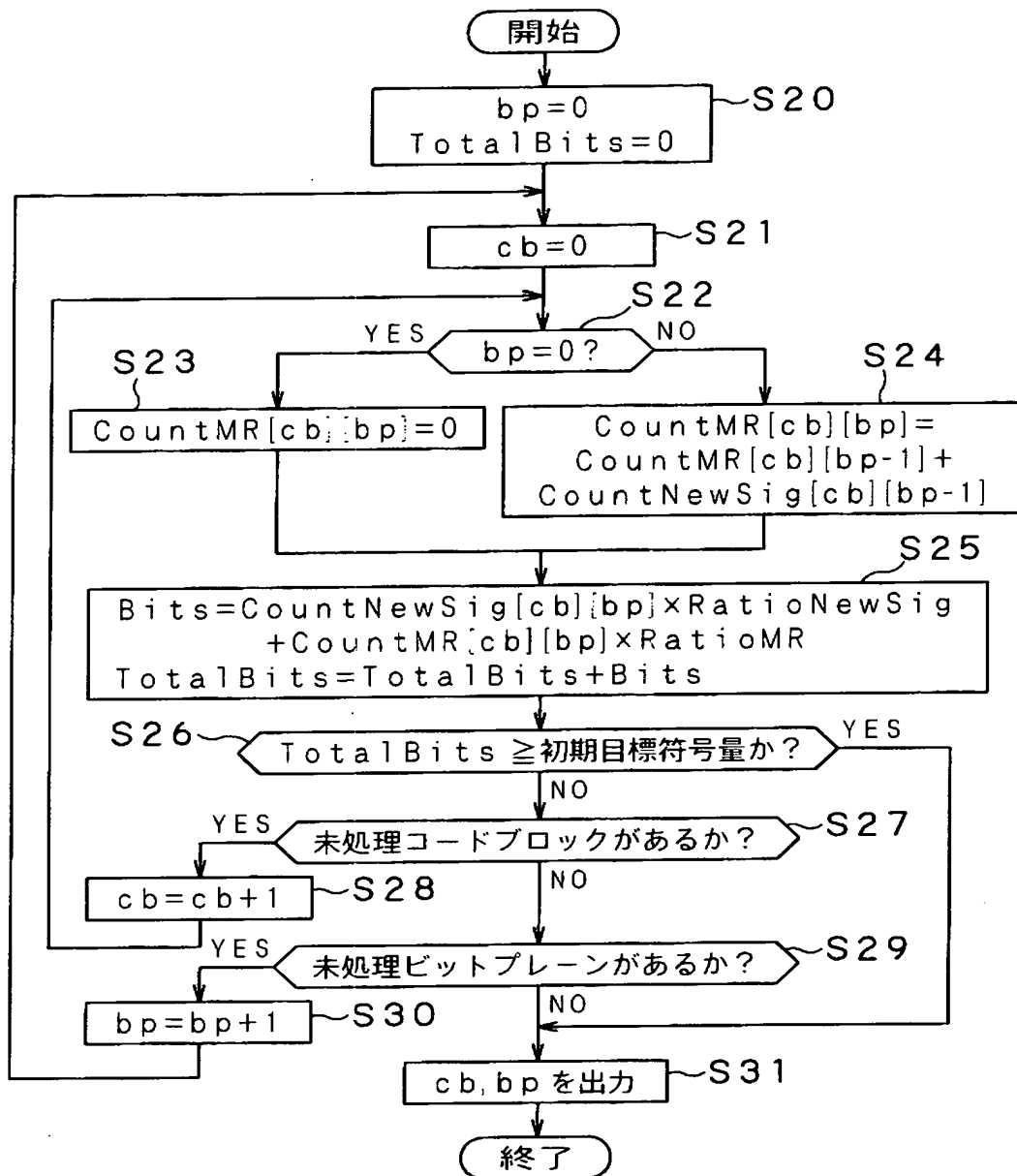
(B)

0	1	2	3	24	25	26	27	96	97	98	...	...	
4	5	6	7	28	...	...							
8	9	10	11				35								
12	13	14	15	36	37	38	39								
16	17	18	19	40	...	...							
20	21	22	23				47								143
48	49	50	...	...	...			144	145	146	...	...	...
							95								191

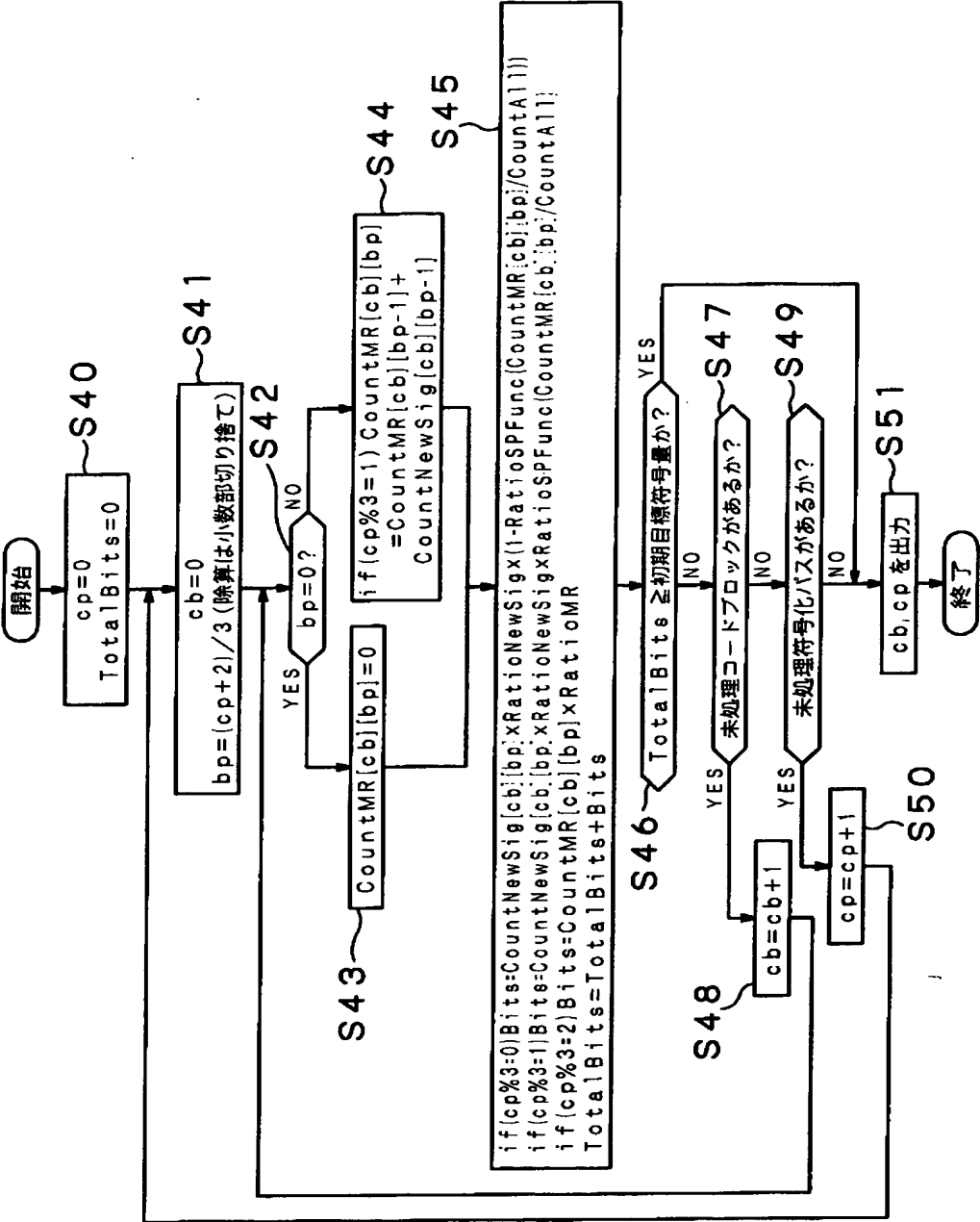
【図10】



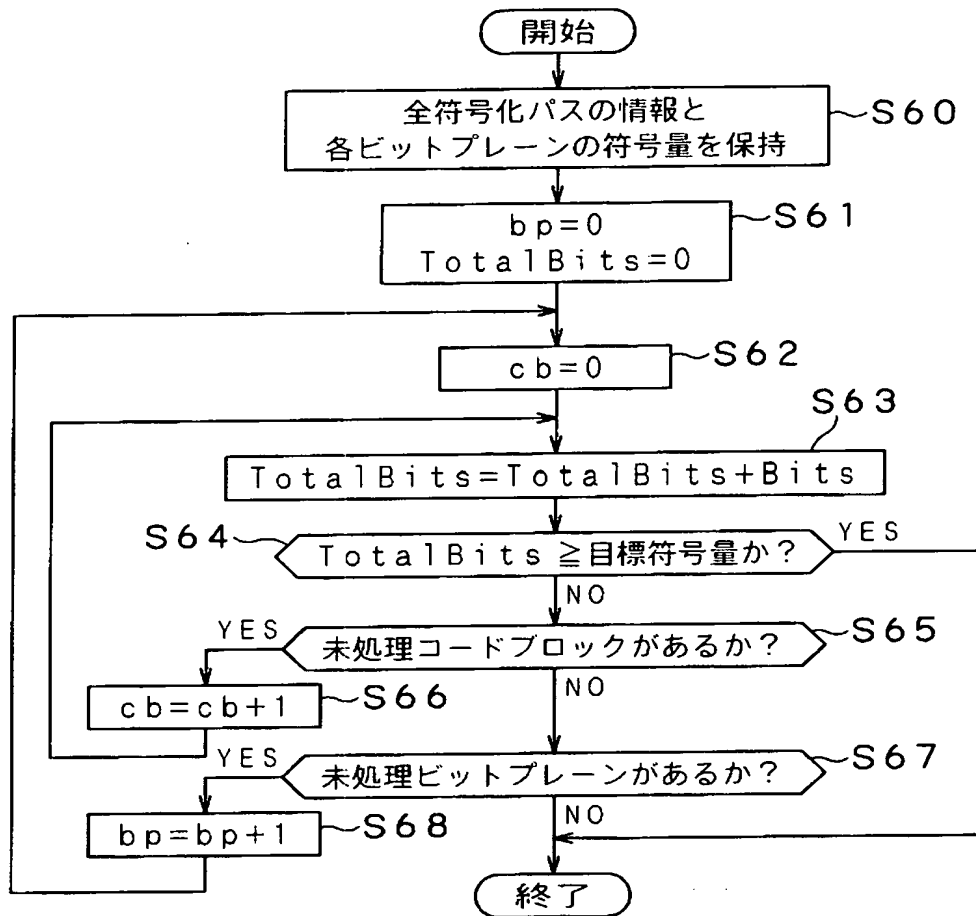
【図11】



【図12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エントロピー符号化の処理負荷を軽減する。

【解決手段】 画像符号化装置 1 において、符号化対象予測部 14 は、ビットプレーン毎の量子化係数 D14 に基づいて、例えばそのビットプレーンの符号化で新規に significant となる量子化係数の数を全てのコードブロックの各ビットプレーンについて計数して特徴量とし、この特徴量に基づいてビットプレーン毎に発生する推定符号量を求めて所定の順序で順次加算する。そして、初期目標符号量に達した時点で加算を停止し、それまでに加算されたビットプレーンの情報を符号化対象情報 D15 としてエントロピー符号化部 15 に供給する。エントロピー符号化部 15 は、ビットプレーン毎の量子化係数 D14 のうち、符号化対象情報 D15 で示されるビットプレーンの量子化係数 D14 のみを 3 つの符号化パスで処理し、それ以外のビットプレーンを切り捨てる。

【選択図】 図 1



特願 2 0 0 2 - 3 5 0 1 8 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 1 8 5]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番 3 5 号

氏 名

ソニー株式会社